

# Vilda pollinatörer i ett svenskt skogsjordbrukssystem

Wild pollinators in a Swedish agroforestry system

*Lisa Conrad*



## **Vilda pollinatörer i ett svenskt skogsjordbrukssystem**

Wild pollinators in a Swedish agroforestry system

*Lisa Conrad*

**Handledare:** Linda-Maria Mårtensson, SLU, Institutionen för biosystem och teknologi

**Examinator:** Kristina Karlsson Green, SLU, Institutionen för växtskyddsbiologi

**Omfattning:** 15 hp

**Nivå och fördjupning:** G2E

**Kurstitel:** Kandidatarbete i trädgårdsvetenskap

**Kurskod:** EX0495

**Program/utbildning:** Trädgårdsingenjör: odling – kandidatprogram

**Utgivningsort:** Alnarp

**Utgivningsår:** 2018

**Omslagsbild:** Erik Rasmusson

**Elektronisk publicering:** <http://stud.epsilon.slu.se>

**Nyckelord:** *humlor, bin, pollinering, ekosystemtjänst, biologisk mångfald, alléodling, alley cropping,*

SLU, Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap

Institutionen för biosystem och teknologi

## Förord

Vad detta arbete skulle handla om har jag funderat på sedan min första vecka på Alnarp hösten 2015. Hela tiden visste jag att jag ville göra något inom ekologisk hållbarhet och miljö då detta är min stora hjärtefråga. Arbetet kom tillslut att handla om odlingssystemet skogsjordbruk och biodiversitet i Sverige. Jag vill rikta ett stort tack till min handledare Linda-Maria Mårtensson som har varit en stor hjälp under mitt arbete och fått mig att nå hela vägen fram. Jag vill också tacka min sambo Andreas Thersthol för korrekturläsning samt min vän Caroline Pederson som stöttat mig genom hela arbetet. Min intention kommer alltid vara att försöka rädda världen och i detta arbetet har jag fått lära mig mer om hur åtgärder i odlingen kan åstadkomma just detta. Jag hoppas att detta arbete kan inspirera och tjäna som en resurs vid fortsatt forskning och arbete mot en mer hållbar värld. Jag vill avsluta mitt förord med ett 30 år gammalt citat som fortfarande är högst aktuellt.

” Sustainable development is development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs.” (FN 1987).

Denna definition av hållbar utveckling översatt till svenska lyder

"En hållbar utveckling är en utveckling som tillfredsställer dagens behov utan att äventyra kommande generationers möjligheter att tillfredsställa sina behov." (Svenska FN-förbundet 2012).

*Lisa Conrad*

*Alnarp, december 2017.*

## Sammanfattning

Den biologiska mångfalden i världen är akut hotad och är ett av de största problemen inom ekologisk hållbarhet. Inom biologisk mångfald räknas naturligt förekommande pollinerande insekter, vars närvaro minskar. Forskning visar att monotona landskap missgynnar de vilda pollinatörerna. Landskap och odlingar där resurser som föda och boplats erbjuds insekterna ger positiva effekter på deras närvaro och överlevnad. Detta arbete är en utförd litteraturstudie där odlingssystemet alléodling provas för att se om detta kan påverka de vilda pollinatörerna positivt och gynna deras närvaro i odlingen. Forskningsstudier visar att alléodlingssystem med integrerade häck- eller trädrader i odlingen gynnar de vilda pollinatörerna med pollen och nektar under en stor del av året samt habitat. En testodling, Agroekologisk Intensifiering (AI), på SITES Lönnstorp forskningsstation, och dess växtslag samt tillhörande vilda pollinatörer har undersökts i syfte att se om detta system kan gynna vilda pollinatörer. I systemet finns integrerade äpple- och häckrader i en annuell odling. Häckraden kan definieras att bli av hög kvalitet och systemet bidrar med boplats och en lång succession av blommande växter.

## Summary

Biodiversity all over the globe is threatened and is one of the most alarming problems within environmental sustainability. To the concept of biodiversity wild pollinating insects are included and their presence is on the decline. Research show that simple structured landscape suppresses these wild insects. Landscape and farmland that contributes with resources such as food and habitat promotes the abundance and survival of the wild insects. In this literature study alley cropping is being investigated to see whether this farming system may positively affect the wild pollinators and promote their presence. Research studies show that alley cropping with integrated hedgerows benefits the wild pollinators providing with pollen and nectar for a long period of time. A test site where alley cropping is being investigated, Agroecological Intensification (AI) at SITES Lönnstorp research station, has been studied to see if its integrated tree rows and hedgerows benefit the abundance of wild pollinating insects or not. The hedgerow in this system can be defined as of high quality and it provides with habitat and a long succession of flowering plants.

# Innehållsförteckning

Förord

Sammanfattning

Summary

Innehållsförteckning

1. Introduktion.....	1
1.1 Syfte.....	2
1.2 Frågeställning.....	3
1.3 Avgränsning.....	3
2. Material och metod.....	3
3. Resultat.....	4
3.1 Biodiversitet, varför är det viktigt i odling?.....	4
3.2 Varför vilda pollinerande insekter inte finns i odlingen.....	5
3.2.1 Konkurrens.....	5
3.2.2 Landskapets utformning.....	6
3.2.3 Andra anledningar till vilda pollinatörers frånvaro.....	7
3.3 Skogsjordbrukets inverkan på närvaron av vilda pollinatörer.....	8
3.4 Odlingssystemet AI i SAFE.....	9
3.5 Odlingssystemet AI, dess växter och vilda pollinatörer .....	12
3.5.1 Äpple ( <i>Malus domestica</i> ).....	12
3.5.2 Svartfläder ( <i>Sambucus nigra</i> ).....	14
3.5.3 Häckoxel ( <i>Sorbus mougeotii</i> ).....	14
3.5.4 Plommonkörsbär ( <i>Prunus cerasifera</i> ).....	14
3.5.5 Havtorn ( <i>Hippophaë rhamnoides, L</i> ).....	14
3.5.6 Sälg ( <i>Salix caprea</i> ).....	15
3.5.7 Blåbärstry ( <i>Lonicera caerulea</i> ).....	15
3.6 Hur gynnar odlingssystemet AI de aktuella vilda pollinatörerna?.....	16
3.6.1 Blomning.....	16
3.6.2 Boplats.....	18
3.6.3 Förbättrat mikroklimat.....	18
3.6.4 Häckradens kvalitet.....	18

3.7 Hur missgynnar odlingssystemet AI de aktuella vilda pollinatörerna?_	19
3.7.1 Blomning och växtval_	19
3.7.2 Boplats_	20
4. Diskussion_	20
4.1 Slutsats_	25
Referenslista	

## 1. Introduktion

I dagens samhälle finns stora utmaningar inom ekologisk hållbarhet. Ekologisk hållbarhet innefattar allt som har med alla jordens ekosystem att göra och innefattar bland annat biodiversitet och ekosystemtjänster (KTH 2015). För att upprätthålla en ekologisk hållbarhet får inte produkter och tjänster negativt påverka ekosystemen så att dessa hämmas och deras bärförmåga kompromissas (KTH 2015). Ett stort tvärvetenskapligt forskningsprojekt med ledning av Stockholm Resilience Center har visat att de mest akuta problemen inom ekologisk hållbarhet är minskad biologisk mångfald (Steffen et al. 2015.). Biologisk mångfald omfattar alla levande organismer i alla slags miljöer (Gaston & Spicer 2004). I begreppet ekosystemtjänster ingår pollinering utförd av insekter (Millennium Ecosystem Assessment 2005), och är därför viktigt inom odling. Enligt Jarvis (2000) ingår i ett hållbart jordbruk produktivitet, ekosystemstabilitet samt hållbarhet och framöver krävs ett långsiktigt arbete för att uppnå detta som har en viktig framtida roll för mänsklighetens välbefinnande.

En tredjedel av den mat som människor jorden runt konsumerar är beroende av pollinering utförd av djur (Pettersson, Cederberg & Nilsson 2004). Över hela världen syns en trend av att de vilda, naturligt förekommande pollinerande insekterna minskar i antal och diversitet (Millennium Ecosystem Assessment 2005). Denna reducering i antal naturligt förekommande pollinatörer innebär att deras utförda ekosystemtjänst i form av pollinering riskerar att utebli och människans livsmedelsproduktion och livsmedelsförsörjning osäkerställs (Millennium Ecosystem Assessment 2005). Pollinering utförd av insekter är alltså avgörande för många av de livsmedel vi idag konsumerar. Enligt Garibaldi et al. (2011) ger pollinering, utförd av en stor variation av insekter, fruktsättning av hög kvalitet. Vad de också kunde se var att pollinering utförd av endast en insektsart i stort antal inte ger samma effektiva resultat av hög kvalitet (Garibaldi et al. 2011). En stor mångfald av pollinerande insekter är därför ytterst viktigt både för att jobba med den ekologiska hållbarheten i odlingen samt för att säkerställa skördemängd- och kvalitet. Trots detta köper många av dagens odlingar tama pollinatörer till sin odling för att säkerställa pollineringen. Denna inköpta tjänst kan ge negativ påverkan på de vilda pollinerande bin som naturligt finns på platsen då tama pollinatörers närvaro kan konkurrera ut mångfalden av de vilda i odlingen (Thomson 2016). Dessutom hotas dagens systematiska pollinering med honungsbin hotas, då biodlingen inte ökar i samma takt som efterfrågan från det allt mer produktiva jordbruket där pollinering av bin krävs (Aizen &

Harder 2009). För att kunna säkra morgondagens livsmedelsproduktion åt en allt mer ökande befolkning krävs en högkvalitativ pollinering och att därför säkra närvaron av en stor variation av pollinerande insektsarter i odlingen är ytterst aktuellt och viktigt. För att åstadkomma detta krävs nya produktionssätt och nya odlingssystem. Att integrera träd i odlingssystem där många olika grödor odlas kan vara den optimala lösningen av problemet då detta tillhandahåller skydd och föda under en lång period av året åt insekterna (Morandin & Kremen 2013).

Landskapets och odlingssystemets utformning påverkar de vilda pollinerande insekterna på platsen. Ett monotont landskap och strukturellt enkelt landskap påverkar pollinatörerna negativt, att det resulterar i en mindre mängd pollinerande insekter samtidigt som antalet insektsarter är färre (Steffan-Dewenter et al. 2002). Skogsjordbruk är ett samlingsnamn för flera olika odlingssystem och innebär att träd odlas på samma yta som underväxande grödor (Rigueiro-Rodríguez, McAdam & Mosquera-Losada 2009). Skogsjordbruk är synonym med den engelska termen agroforestry (SLU 2016). Trädens funktion kan vara olika från system till system, såsom lähäck, virke, energigröda eller matproduktion (Rigueiro-Rodríguez, McAdam & Mosquera-Losada 2009). Många växter, av olika arter och växtfamiljer, integrerade i ett och samma system nyttjar olika resurser och till exempel tas vatten upp på varierande markdjup av olika växter, vilket gör systemet effektivt (Jarvis 2000). Alléodling (på eng. alley cropping) är ett odlingssystem som ingår i begreppet skogsjordbruk (Rigueiro-Rodríguez, McAdam & Mosquera-Losada 2009). Träden är ofta planterade med brett plant- och radavstånd för att uppnå en kostnadseffektiv och tekniskt effektiv skörd av grödan/grödorna som växer mellan trädraderna (Rigueiro-Rodríguez, McAdam & Mosquera-Losada 2009).

## 1.1 Syfte

Syftet med arbetet är att beskriva vilken roll biodiversitet har - i form av pollinatörer och deras värde i odling. Syftet är också att ta reda på om odlingssystemet skogsjordbruk, i form av alléodling, kan förhöja biodiversiteten i odlingen i form av ökad närvaro av vilda pollinerande insekter och om detta odlingssystem därför har en framtid i svensk odling.



## 1.2 Frågeställning

*Kan odlingssystem med skogsjordbruk i Sverige ge en ekologiskt hållbar vinst i odlingen i form av ökad närvaro av vilda pollinatörer?*

## 1.3 Avgränsning

I arbetet räknar jag inte med hur ekonomi och skördemängd påverkas av odlingssystemet och vilda pollinatörers närvaro eller frånvaro. Arbetet är en litteraturstudie och jag kommer i en del utgå ifrån en testodling och dess utformning. De delar i testodlingssystemet som är förutsättningen för mitt arbete är inte i alla aspekter rationellt utfört efter dagens kommersiella odlingars mått gällande odlingssystem, ekonomi och skördeutbyte, dessa tas därför inte upp i mitt arbete. Arbetet beskriver inte de pollinerande insekternas morfologi, livscyklar, fortplantning eller rörelsemönster i detalj. Arbetet tar inte hänsyn till eventuella växtskyddsproblem tillhörande de olika växtslagen som finns i odlingssystemet som arbetet utgår ifrån. Inte heller hur växtslagen påverkar varandra, såsom värdväxter åt olika sjukdomar eller skadegörare, tas upp. Aspekter rörande social hållbarhet berörs inte i arbetet.

## 2. Material och metod

Examensarbetet är en litteraturstudie och jag använder mig främst av vetenskapliga litteraturkällor som är aktuella för mitt arbete. Studierna och forskningen som jag tar upp i arbetet är ofta utförda i tempererade områden för att passa till det svenska klimatet som jag vill avgränsa mitt arbete mot. Den sökdatas som jag använder mig främst av är Primo som är Sveriges Lantbruksuniversitets egen sökdatas.

I arbetet kommer jag att utgå ifrån testodlingen Agroekologisk Intensifiering (AI) där träd- och häckrader integreras i odlingen. Testodlingen är en del i en större fältforskningsfacilitet, SAFE (SITES Agroekologiska Fältexperiment), som drivs av Sveriges Lantbruksuniversitet på Lönnstorp. Jag kommer utifrån växterna som finns i träd- och häckraderna att göra en litterär fördjupning för att kartlägga vilka vilda pollinatörer som kan tänkas vara aktuella för odlingssystemet AI och dess växtslag. Jag kommer att titta på vilka krav de naturligt förekommande pollinerande insekterna har på sin omgivning samt hur alléodlingssystemets

busk- och trädinslag kan bidra till ökad närvaro av de vilda pollinatörerna. På så vis ska jag försöka komma fram till om de skulle kunna trivas i odlingssystemet AI och om odlingssystemet har effekten av att öka närvaron av de vilda pollinatörerna eller ej.

### 3. Resultat

#### 3.1 Biodiversitet, varför är det viktigt i odling?

En stor mångfald av växter och djur i odlingen tillhandahåller både direkta och indirekta tjänster åt människan. Mer direkt påverkar en hög biodiversitet människan och samhället genom att tillhandahålla ekosystemtjänster som försörjning av mat och reglerande funktioner som rening av vatten men också med stöttande funktioner som jordförbättring som människan inte omedelbart märker av (Millennium Ecosystem Assessment 2005). Predatorer räknas in i biologisk mångfald och en ökad närvaro av dessa gynnar odlingen gällande växtskydd. Samodling (intercropping), det vill säga att odla minst två olika grödor på samma plats och vid samma tidpunkt, är en metod som tenderar att öka hållbarheten i en odling då växterna kan gynna varandra genom att förse naturliga fiender med nektar och/eller boplats (Jarvis 2000). Växterna som samodlas kan ha skilda krav på vatten- och näringstillförsel och därför nyttja olika tillgångar i systemet vilket också kan öka bärkraften i en odling (Jarvis 2000). Gurr, Wratten & Luna använder sig av en hierarkisk ordning för att beskriva hur biodiversitet påverkar predatorer och skadedjur i en odling i flera led. Den primära effekten av en stor mångfald av predatorer är att skadedjuren minskar i antal, med sekundära effekterna ökad skördemängd, mer hållbar odling och i slutändan fler fördelar på samhällsnivå (Gurr, Wratten & Luna 2003).

Biodiversitet inkluderar, som tidigare nämnt, vilda pollinatörer och deras närvaro i odlingen. Denna närvaro är viktigt ur flera aspekter. I odling utför de ekosystemtjänsten pollinering, vilket i sin tur ersätter en ofta stor kostnad i form av att köpa in pollinatörer till odlingen (Mallinger & Gratton 2015). I en rapport där data från 29 länder sammanställdes och där pollineringen av totalt 21 olika grödor utvärderades såg man att det var just en stor diversitet av insekter som pollinerade växterna gynnade och förhöjde säkerheten av pollineringen (Garibaldi et al. 2011). Likaså krävs en effektiv pollinering utfört av insekter för att säkerställa en god fruktsättning och en hög fruktkvalitet i äppleodling (Tahir 2014). I Sverige

är äpple (*Malus domestica*) en av de tre odlade kulturer vars ekonomiska värde av pollineringen är högst och var år 2006 värderat till mellan 91–121 miljoner svenska kronor (Jordbruksverket 2009a). För att minska risken för en utebliven pollinering i äppleodlingen samtidigt som kostnaden för inköpta pollinerande steklar försvinner kan odlaren öka den biologiska mångfalden i sin odling (Mallinger & Gratton 2015). En åtgärd som kan gynna vilda pollinatörer såsom bin och öka deras närvaro i odling generellt är att skapa naturliga och delvis naturliga boplatser åt insekterna (Linkowski, Cederberg & Nilsson 2004).

## 3.2 Varför vilda pollinerande insekter inte finns i odlingen

### 3.2.1 Konkurrens

I kommersiella odlingar är det idag vanligt att köpa in honungsbin (*Apis mellifera*) för att säkerställa pollineringen i odlingen. De tama pollinerande honungsbinas närvaro i odlingen kan enligt Pettersson, Cederberg & Nilsson (2004) påverka de vilda bina i omgivningen negativt om odlingen är ensidig och endast tillhandahåller växter som gynnar honungsbina. Ett svenskt forskningsförsök visade att en aktiv insättning av honungsbin kan konkurrera ut vilda humlor om landskapet är homogent (Herbertsson et al. 2016). Försökens resultat visade att humlornas närvaro minskade med hela 81% i områden som var strukturellt enkla då kolonier av honungsbin placerades in. Insättning av honungsbin i heterogena landskap prövades också, här minskade inte närvaron av de vilda bina. Herbertsson et al. (2016) vill dock inte utesluta att konkurrens inte fanns mellan de insatta honungsbin och de naturligt förekommande humlorna i de områdena med stor diversitet då dessa platser innehöll en större andel nektar och pollen samt att antalet humlor var lågt och på så sätt begränsade den statistiska säkerheten i resultatet. I en 15 år lång amerikansk studie studerades relationen mellan honungsbiet (*Apis mellifera*) och två arter av humlor (*Bombus vosnesenskii* och *Bombus caliginosus*) i Kalifornien (Thomson 2016). Under studien iakttogs att de båda humlearterna i det avgränsade området minskade i antal och enligt Thomson (2016) skedde detta i samband med två händelser, 1) att honungsbiet ökade i antal och att konkurrens om nektar och pollen påverkade humlorna negativt och 2) att en viktig nektarväxt för humlorna, flenört, (*Scrophularia californica*) minskade i antal på platsen. Andra forskningsresultat visar dock att det i odlingar inte finns något samband mellan de vilda binas minskade närvaro och mängden tama honungsbin i odlingar och någon konkurrens mellan de tama och vilda bina

har inte bevisats (Goras et al. 2016; Steffan-Dewenter & Tscharntke 2000). Steffan-Dewenter & Tscharntke (2000) såg i sin forskning samband mellan de vilda binas närvaro i odlingen och mängden blommande växter. Antalet vilda bin ökade med ett större antal blommande växter, och i deras rapport drar de också slutsatsen att en bevarandestrategi av vilda bin bör ha huvudfokus på att stärka upp deras habitat (Steffan-Dewenter & Tscharntke 2000).

### 3.2.2 Landskapets utformning

På 30 år, år 1950–1980, förändrades en större areal av jordens landyta till jordbrukslandskap än under hela perioden mellan år 1700 och 1850 (Millennium Ecosystem Assessment 2005). Detta jordbrukslandskap täcker idag över en fjärdedel av jordens markyta (Millennium Ecosystem Assessment 2005). Denna omställning av landsbygdens utseende resulterade i en effektivisering av odlandet och detta gav ökad produktivitet och avkastning men resulterade också i en trend av minskad biologisk mångfald genom utdöendet av både djur och växter (Nerlich, Graeff-Hönniger & Claupein 2013). Dagens landskap speglas också av ett allt mer intensifierat jordbruk och monotont landskap som leder till att den pollinerande tjänst som de vilda pollinerande insekterna utför minskar då deras naturliga habitat försvinner (Hadley & Betts 2012). Enligt Steffan-Dewenter et al. (2002) påverkar utformningen av landskapet och odlingen mångfalden och mängden av vilda pollinatörer i odlingar. De menar att strukturellt enkla landskap har betydligt färre pollinerande insekter samtidigt som antalet insektsarter är mindre (Steffan-Dewenter et al. 2002). Hadley & Betts (2012) konstaterar att många forskningsstudier visar att pollineringsens ekonomiska värde är högt och att den pollinerande tjänsten idag minskar i takt med landskapets förändring mot fler monotona omgivningar. De anser dock att det finns en brist på studier som visar på vilka egentliga funktioner som ligger bakom sammanhanget. Hadley & Betts (2012) argumenterar att det är viktigt att förstå vilka funktioner och tröskelvärden som påverkar de pollinerande insekterna för att kunna designa ett jordbruk med fungerande pollinering.

Närheten till en naturlig boplats för vilda pollinerande insekter i en odling avgör enligt Garibaldi et al. (2011) intensiteten av insekternas närvaro och stabiliteten av deras pollination i odlingen. En kortare sträcka mellan habitat och odling stärker förhållandet (Garibaldi et al. 2011). I en metaanalys utförd år 2005–2007 sammanställde Ricketts et al. (2008) resultaten från 23 forskningsförsök utförda i nio länder. I de 23 forskningsförsöken hade totalt 16 olika

grödor studerats, försöken hade tittat på grödornas pollinatörer och deras närvaro i odlingen. Författarna använde sig både av forskningsförsök utförda i tempererade och tropiska klimat och kunde från de 23 studiernas resultat dra slutsatsen att närvaron av pollinatörer i odlingen hade ett starkt samband med närheten till deras naturliga habitat (ibid.). I ett tvåårigt forskningsförsök (2010–2011) i norra USA, Wisconsin, ville man ta reda på om ett landskap som hade många olika omgivningar, som gräsmarker, odlade annuella fält och skog, hade högre antal och variation vildbin i en äppleodling (Mallinger, Gibbs & Gratton 2016). De utgick från 35 äppleodlingar i Wisconsin och samlade in data på hur varierande landskapet runt omkring odlingen var. Efter två års faktainsamling fick de resultatet att en större variation i landskapet med många olika slags biotoper hade ett högre antal och diversitet av de vilda biarterna. Författarna drog slutsatsen att detta kunde bero på att de olika biotoperna och växterna som fanns där tillhandahöll nektar och pollen, men också andra resurser, under en tillsammans mycket längre period än i odlingar där landskapet runt omkring var mer monotont, och att detta säkrade de vilda binas tillvaro i odlingen (ibid.).

### 3.2.3 Andra anledningar till vilda pollinatörers frånvaro

Enligt Jordbruksverket (2009a) beror dock inte minskningen av vilda pollinatörer bara på landsbygdens förändrande karaktär med förlorade boplatser utan också på att användningen av insekticider i odling, klimatförändringar och nya skadegörare. I konventionell fruktodling där besprutning med fungicider, pesticider och herbicider utförs som standard vid bekämpning kan besprutningen utgöra ett hot mot pollinatörerna i odlingen, särskilt om besprutning sker i samband med blomning (Abrol 2015). Besprutningen leder till att den pollinerande insekten dör, stöter bort plantan eller att pollinationen i sig avbryts (Abrol 2015). Utsäde som behandlats med växtskyddsmedel som innehåller någon/några av tre verksamma ämnen tillhörande gruppen neonikotinoider förbjöds att användas av Europeiska kommissionen då man sett negativ effekt på bin och finns att läsa i genomförandeförordning (EU) 485/2013 av den 24 maj 2013. De tre ämnena är klotianidin, tiametoxam och imidakloprid (EU 2013). Ett forskningsförsök som utfördes i södra Sverige prövade frön av höstraps med en coating innehållande växtskyddsmedel klotianidin för att se om det verksamma ämnet påverkade de vilda bina i omgivningen (Rundlöf et al. 2015). I försöket jämfördes höstrapsfröer med och utan coating. Resultatet visade att vid de fält där man sått de

behandlade fröerna med klotanidin på sig minskade mängden vilda bin på platsen, de solitära bina byggde inte boplatser och humlekolonier växte sig inte lika starka (ibid.)

### 3.3 Skogsjordbrukets inverkan på närvaron av vilda pollinatörer

Ett forskningsförsök visade att mängden och mångfalden av vilda pollinerande bin vid ett odlingsfält kunde sättas i relation med närheten till en perenn häckrad (Morandin & Kremen 2013). Försöket visade också att antalet och diversiteten av insekter var färre 100 meter ut i odlingsfältet än invid häckraden. Författarna till studien argumenterade att detta resultat, mängden och diversiteten av de pollinerande vilda binda och närheten till häckraden, berodde på att häckraden bidrog med många positiva egenskaper som gynnade dem. Dessa egenskaper var en stor mängd blommor, många sorters blommor och möjlighet till boplatser då det fanns större mängd död ved i häckraden än vad som fanns på kontrollplatsen. I den döda veden fanns hålrum som av tunnelbyggande insekter kunde användas som boplatser (ibid.). I ett forskningsförsök som utfördes i centrala England av Cranmer et al. (2012) visade man att häckrader i monotona odlingslandskapet tillhandahöll för humlor (*Bombus ssp.*) möjlighet att flyga längst med häckarna. De visade att det var den linjära strukturen som häckraden tillhandahöll som var det som ökade närvaron av humlorna, inte skydd eller föda. Cranmer et al. (2012) såg att närvaron av häckraderna och humlorna också ökade växternas biomassa då pollinationen som utfördes av humlorna var effektiv. År 2014 genomfördes ett forskningsförsök i södra England och klimatet på platsen var maritimt tempererat (Garratt et al. 2017). Ett av försökets syften var att se om en häckrads kvalitet ökar närvaron av pollinerande insekter i odlingen. I försöket prövades två typer av häckrader, integrerade i odling av höstvet, en av ”låg kvalitet” och en av ”hög kvalitet”. Definitionen av häckraden med låg kvalitet var att det i häckraden fanns högst tre vedartade växter, plantavståndet kunde vara upp till två meter brett samt att den generella strukturen av häckraden var dålig med ojämn höjd, håligheter och att den allmänna skötseln var dålig. Häckraderna av hög kvalitet bestod av minst tre vedartade växtarter inom en sträcka på 75 meter i raden. Dessa häckrader hade en solid struktur och det fanns inga håligheter eller mellanrum på över 2 meter i raden. Försöket prövade de två kvaliteterna av häckrader mot varandra men också häckarna och dess omgivning. I resultatet såg Garratt et al. (2017) att oavsett kvalitet på häckraderna så var mängden solitärbin, honungsbin, humlor och blomflugor större intill häckraderna än vid 10 och 50 meters avstånd från häckarna. Författarna förklarade att detta berodde på att häckraden tillhandahöll en större mängd boplatser och nektar åt pollinatörerna. Det fanns också

skillnader mellan de olika kvaliteterna på häckraderna och Garratt et al. (2017) såg att mängden humlor i häckraderna med hög kvalitet var dubbelt så många som i häckarna med låg kvalitet, denna skillnad var signifikant. I försöket försökte de se om det var någon specifik aspekt i häckens struktur, oavsett hög eller låg kvalitet, som påverkade insekternas närvaro. Garratt et al. (2017) såg att blomflugorna hellre valde blommorna under häckraderna än de blommor som fanns på växterna i häcken med hela 78%. Ingen sådan effekt fanns att se hos solitärbin, honungsbin eller humlor (ibid.). Två odlingssystem, ett alléodlingssystem och ett konventionellt odlingssystem utan träd, och pollineringen i dessa system utförd av naturligt förekommande pollinatörer jämfördes i ett engelskt forskningsförsök åren 2011 och 2012 (Varah et al. 2013). I båda odlingssystemen odlades en huvudgröda och enda skillnaden dem emellan var trädraderna som ingick i alléodlingssystemet. Varah et al. (2013) såg att närvaron av pollinatörer ökade i alléodlingssystemet jämfört med det andra systemet utan integrerade trädader. Författarna drog av detta resultat slutsatsen att trädraderna i alléodlingssystemet tillhandahöll de vilda pollinerande insekterna boplats samt att de tillhandahöll en del andra resurser åt insekterna (ibid.).

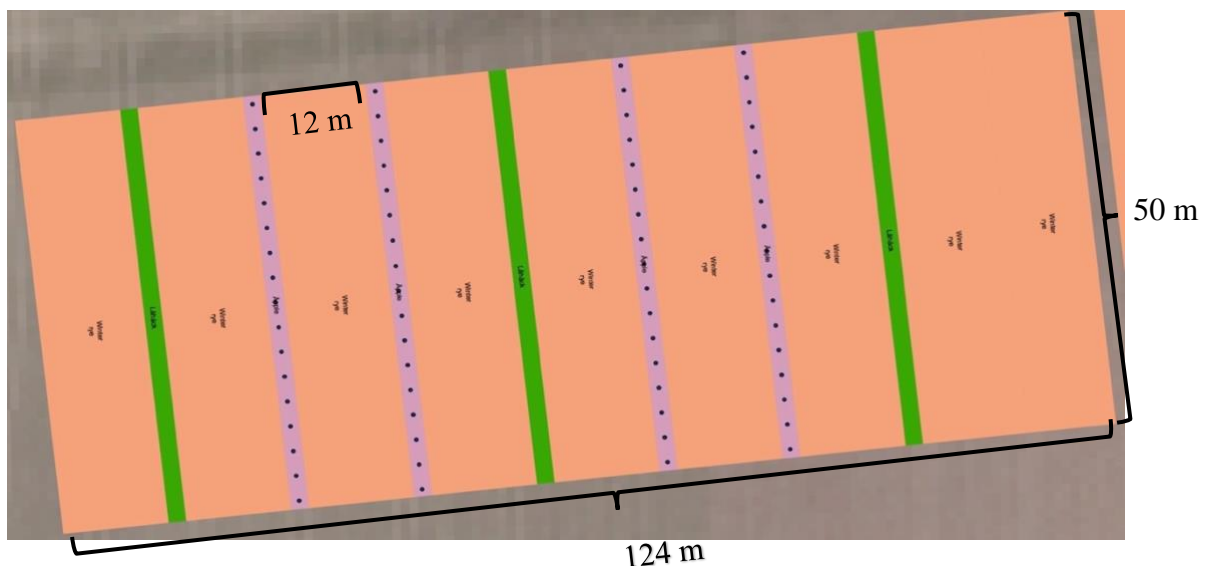
### 3.4 Odlingssystemet AI i SAFE

Testodlingen av odlingssystemet Agroekologisk Intensifiering (AI) är del av en långliggande forskningsinfrastruktur: SAFE, som finns på SITES forskningsstation Lönnstorp, Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU) Alnarp. Odlingssystemet AI är ett alléodlingssystem med en åttaårig ekologisk växtföljd av annuella grödor integrerat med äpple- och häckrader. Etableringen av systemet startade tidig vår år 2016, kompletterades hösten 2016 med buskar och våren 2017 med äppleträd. Systemet drivs av SLU och är tänkt att finnas under lång tid för att möjliggöra för externa forskare från hela världen och från olika discipliner att bedriva studier på de långsiktiga effekterna av buskar och träd på de annuella grödorna i systemet. Hela SAFE upptar cirka 14 hektar med sina fyra block (A, B, C och D) och kantzoner. Varje block inkluderar fyra olika testodlingar. Strukturen av de fyra testodlingarna i blocken skiljer sig åt, detta för att undvika felkällor i forskningssammanhang. Figur 1 visar SAFE på SITES forskningsstation Lönnstorp.



Figur 1: Flygbild över SITES Lönnstorp forskningsstation. <sup>1</sup> Mårtensson 2017.

Odlingssystemet AI är 50 meter brett och 124 meter långt i varje block och längst med bredden löper totalt sju äpple- och häckrader. Varje fält för annuell gröda är 12 meter brett för att passa maskinparken som finns på Lönnstorp och det är mellan dessa fält som det finns en äpple- eller häckrad. Fyra av raderna består av äppleträd och tre av raderna är häckar med blandade vedartade växter. AI och dess struktur illustreras i Figur 2.



Figur 2: Bilden visar hur odlingssystemet AI i SAFE är strukturerad. De gröna strecken illustrerar häckraderna och de lila strecken visar trädraderna. På de orangea fälten odlas annuell gröda. <sup>1</sup>Mårtensson 2017.

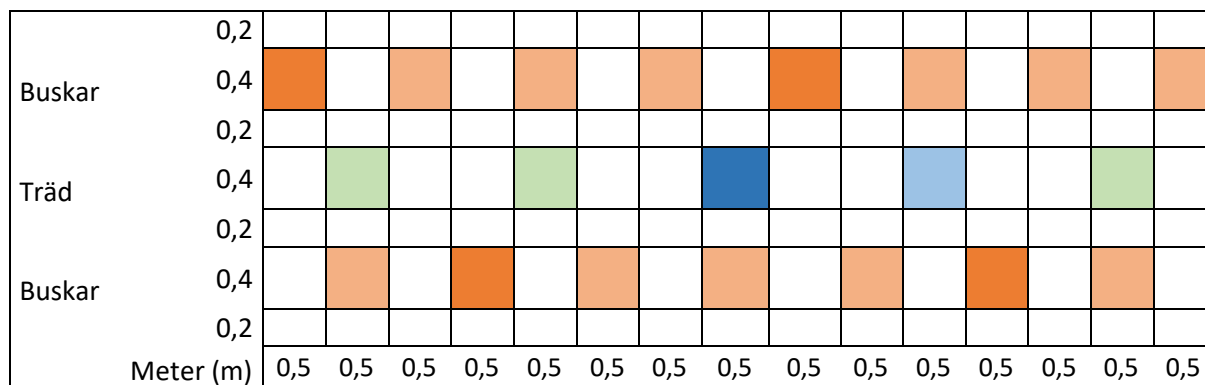
<sup>1</sup> Linda-Maria Mårtensson. Institutionen för biosystem och teknologi, Sveriges Lantbruksuniversitet. Muntlig kommunikation, 2017-11-13.



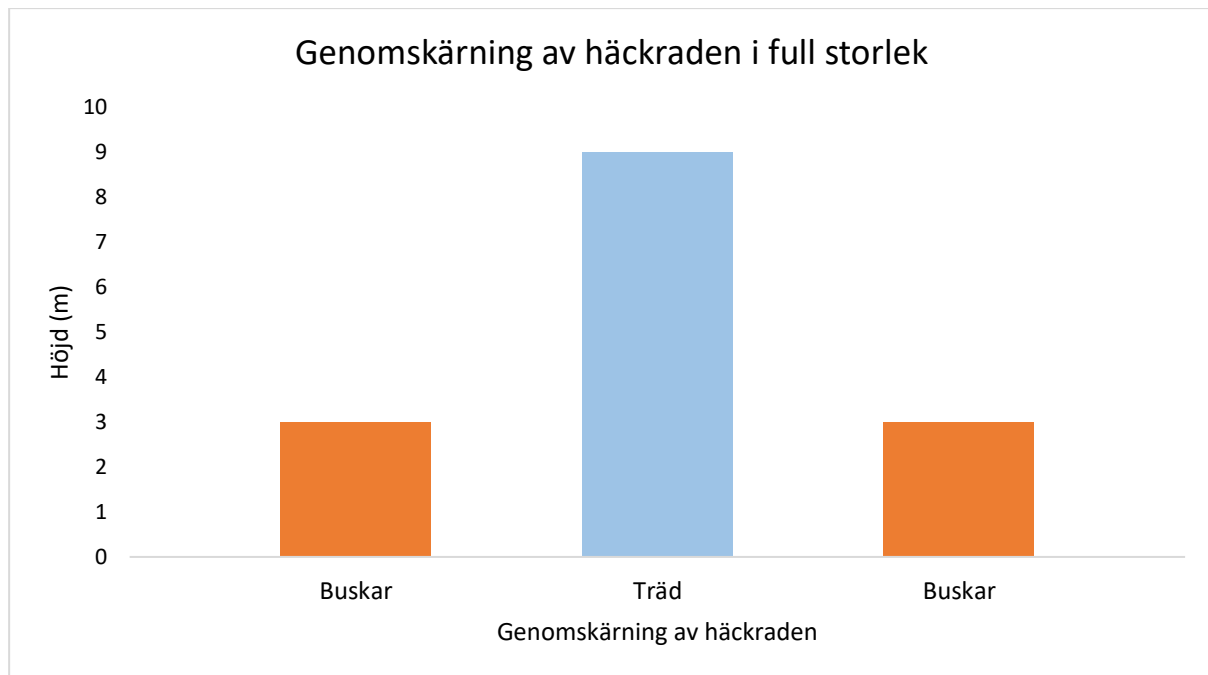
I ett mail beskriver <sup>1</sup>Mårtensson testodlingssystemet SAFE så här:

”Växtvalet i SAFE är tänkt att erbjuda så många ekosystemtjänster som möjligt (djupa rötter för närings- och vattenupptag på djup som ettåriga grödor inte når (= lyfter annars otillgängliga resurser högre upp i systemet, som sedan kommer alla grödor och växter till nytta när ytligare rötter dör av och när blad och andra strukturer faller ner på marken), kvävefixering, frukter och bär till människor och/eller djur, blomning för pollenberoende organismer, habitat generellt, vindskydd och vem vet vad...) – kolinlagring pga. Rotbiomassa och förväntad ökad biologisk mångfald av markmikroorganismer och markdjur... ..Valet är gjort för att öka såväl mångfalden av arter och sorter som antalet funktioner i jordbrukslandskapet.”

Odlingssystemets häckrader är 1,8 meter breda och består av både träd och buskar. Alla häckrader i systemet har samma grundstruktur bestående av tre led. Kulturerna som finns med i häckraderna står i blandad ordning och med ett tätt plant- och radavstånd, se Figur 3 som illustrerar en kort sekvens av häckradernas struktur sedd ovanifrån. De tre leden i häckraderna består av en högre trädrad i mittenledet och två lägre led med buskar på båda sidor. Figur 4 visar häckradernas struktur i genomskärning med växternas fulla storlek.



Figur 3: Kort sekvens, sedd ovanifrån, av häckraderna som finns i odlingssystemet AI. Illustrerar dess struktur med plant- och radavstånd. Var färg representerar en kultur i häckraden, kulturerna står i blandad ordning.



Figur 4: Illustrerar häckraderna i odlingssystemet AI i genomskärning. Visar ett genomsnitt av planthöjderna av växterna vid full storlek.

### 3.5 Odlingssystemet AI, dess växter och vilda pollinatörer

#### 3.5.1 Äpple (*Malus domestica*)

I odlingssystemet AI vid SITES Lönnstorp odlas tre äpplesorter, Amorosa, Santana och Topaz. Plantavståndet av äppleträden är två meter, detta innebär att det finns 100 äppleträd per block. Detta odlingssystem med ett brett plant- och radavstånd innebär att det på ett hektar skulle odlas 161 äppleträd. Detta stämmer inte överens med dagens moderna äppleodlingssystem där odlare kan ha mellan 2500 och 4000 äppleträd per hektar (Tahir 2014). I en äppleodling bör det finnas flera äpplesorter vars blomningstid infaller under samma tidsperiod och deras pollen måste vara dugligt till att kunna befrukta varandra då äpplen är självsterila (Tahir 2014). Ett alternativ är att det i trädraderna finns prydnadsäpple vars funktion är att blomma samtidigt som huvudkulturen och bistå med vital pollen för god fruktsättning. Amorosa, Santana och Topaz är lämpliga sorter att odla tillsammans då de kan pollinera varandra. Sorterna Amorosa och Santana har en medelsen blomning och Topaz blomning sker ännu senare (ibid.). De blommar dock inom olika tidsram vilket kan innebära att risken för utebliven pollinering finns.

De viktigaste pollinerande insekterna för äpple är bin och humlor (Free 1993). I dagens kommersiella äppleodlingar köps samhällen med honungsbin och humlor in för att säkerställa en god fruktsättning. Rekommenderat antal till äppleodlare är att köpa in fyra till fem honungsbisamhällen och ett till tre humlesamhällen per hektar för att uppnå god fruktsättning (Tahir 2014). Dessa inköpta honungsbin ersätter idag den pollinerande tjänst som tidigare utförts av vildbin i odlingen och deras ekonomiska värde är därför högt (Jordbruksverket 2009a). Det finns en stor mängd vildbin som också pollinerar äpplen, vars generellt tidiga blomning sker samtidigt som vildbins flygtid, se Tabell 1 (Pettersson, Cederberg & Nilsson 2004). Till vildbin räknas solitärbin och humlor (Linkowski, Cederberg & Nilsson 2004). Några släkten av vildbin som är särskilt viktiga för pollineringen av äpplen är Sandbin (*Andrena*), Bandbin (*Halictus*), Murarbin (*Osmia*) och Humledrottningar (*Bombus*) och ofta är flera arter inom dessa släkten viktiga pollinerare av äpple (Pettersson, Cederberg & Nilsson 2004).

Tabell 1: Vildbin som pollinerar äpple. Fet text visar särskilt viktiga arter. Från Pettersson, Cederberg & Nilsson. 2004, s.6.

Släkte:	Art:
Sandbin ( <i>Andrena</i> ):	<b><i>A. carantonica</i>, <i>A. haemorrhoa</i>, <i>A. helvola</i>, <i>A. fucata</i>, <i>A. gravida</i>, <i>A. minutula</i>, <i>A. nigroaenea</i>, <i>A. tibialis</i>, <i>A. varians</i>, <i>A. wilkella</i></b>
Bandbin ( <i>Halictus</i> ):	<b><i>H. tumulorum</i>, <i>H. rubicundus</i></b>
Smalbin ( <i>Lasioglossum</i> ):	<i>L. calceatum</i> , <i>L. fulvicorne</i> , <i>L. morio</i> , <i>L. rufitarse</i> , <i>L. sexstrigatum</i>
Blodbin ( <i>Sphecodes</i> ):	<i>S. gibbus</i>
Murarbin ( <i>Osmia</i> ):	<b><i>O. rufa</i>, <i>O. bicolor</i></b>
Pälsbin ( <i>Anthophora</i> ):	<i>A. plumipes</i>
Humledrottningar ( <i>Bombus</i> ):	<b><i>B. lapidaries</i>, <i>B. lucorum</i> L., <i>B. pratorum</i>, <i>B. cingulatus</i>, <i>B. hortorum</i>, <i>B. humilis</i>, <i>B. jonellus</i>, <i>B.</i> <i>pascuorum</i>, <i>B. sporadicus</i>, <i>B. terrestris</i></b>

### 3.5.2 Svartfläder (*Sambucus nigra*)

Svartfläder (*Sambucus nigra*) är den fläder som inte är giftig och som går att konsumera (Länsstyrelsen Västra Götaland 2006). Växten är placerad i växtfamiljen desmeknoppsväxter (Adoxaceae) (Widén & Widén 2008). Busken blir mellan 4–5 meter hög och 2–4 meter i diameter om beskärning inte utförs (Länsstyrelsen Västra Götaland 2006). Blomningen är mellan juni och juli (Naturhistoriska riksmuseet 2008). Svartfläder är självinfertil och för att få en lyckad pollinering, om bär önskas, krävs det att det i odlingen finns lämpliga pollineringsorter (Länsstyrelsen Västra Götaland 2006). Pollineringen av svartfläder utförs ofta av blomflugor (Länsstyrelsen Västra Götaland 2006). Svartfläder definieras enligt Crawford (2010) inte som en bra nektar- eller pollenväxt för pollinatörer och vilda bin. Fläder beskrivs däremot av Linkowski, Cederberg & Nilsson (2004) som en bra blommande vedväxt för de vilda bina. För honungsbin betraktas det som en dragande växt då den tillhandahåller pollen (Allt om biodling).

### 3.5.3 Häckoxel (*Sorbus mougeotii*)

Häckoxel ingår i rosfamiljen (Rosaceae) (Widén & Widén 2008). Häckoxel kan vara antingen buskformad, med flera stammar från botten, eller i form av träd, med endast en stam, och kan bli mellan 8–10 meter hög (GBIF 2015). Dess blommor är vita och blomställningen är kvastlik (GBIF 2015).

### 3.5.4 Plommonkörsbär (*Prunus cerasifera*)

Plommonkörsbär tillhör rosfamiljen (Rosaceae) (Widén & Widén 2008). Växten blommar i april-maj med vita blommor (E-planta). Enligt Crawford (2010) blommar plommonkörsbäret redan i februari till mars och beskrivs som en bra växt för vilda bin då den tillhandahåller nektar och pollen tidigt på våren. Kulturen är vid full storlek mellan 7–9 meter hög (E-planta).

### 3.5.5 Havtorn (*Hippophaë rhamnoides*, L.)

Havtorn tillhör växtfamiljen Ebenaceae (Artfakta 2015). Havtorn är dioik vilket innebär att pistill och ståndare finns på olika plantors blommor och för att pollinering ska ske krävs att

både hon- och hanplantor finns i odlingen. I odlingssystemet AI finns det både exemplar av hon- och hanplantor. Blommorna saknar enligt Mangla & Tandon (2014) nektar och doft och pollinering sker främst med vinden. Honplantor som har ett kortare avstånd till hanplantorna får en större mängd pollen till blomman än de som står på ett längre avstånd (Mangla & Tandon 2014). Blomningstidpunkten och hur länge blomningen varar beror mycket på väderomständigheter, men också plantans ålder och sort spelar in (Fefelov och Selekhev 2003). Vid varmare klimat blommar havtornen mellan tre-fyra dagar och vid kallare klimat sker blomningen mellan sex och upp till 21 dagar. Enligt Fefelov och Selekhev (2003) infaller blomningen i regel under den första halvan av maj månad.

Havtorn tål blåst och ska inte stå helt i lä då detta kan försämra vindpollineringen (Jensen 2009). Trots att havtorn vindpollineras såg Mangla & Tandon (2014) i sitt forskningsförsök som utfördes på tre platser i Indien år 2011 att insekter fanns vid plantorna. På hanplantorna rörde sig sjuprickig nyckelpiga (*Coccinella septempunctata*) och trips (*Thrips ssp.*) i blomställningen och på dessa observerades pollenstärkelse, på honplantornas blomställning fanns eldmyror (*Solenopsis spp.*) men eldmyrorna iaktogs inget pollen (ibid.).

### 3.5.6 Sälg (*Salix caprea*)

Sälg tillhör växtfamiljen videväxter (Salicaceae), växten är dioik och blomman producerar mycket pollen och nektar (Widén & Widén 2008). Sälgen är ofta insektpollinerad men kan också vindpollineras och sprids lätt med vinden då fröerna är hårförsedda (Widén & Widén 2008). Sälgen blommar i södra Sverige redan i mars-april (Jordbruksverket 2009b). Växtens tidiga blomning gör den till en viktig nektarväxt för solitärbin och humlor (Linkowski, Cederberg & Nilsson 2004). Enligt Jordbruksverket (2009b) kan sälgen bli upp mot 15 meter hög.

### 3.5.7 Blåbärstry (*Lonicera caerulea*)

Blåbärstryets blomma karakteriseras av en dubbel blomställning (Bozek 2012). Blåbärstryet är självinfertila så det krävs minst två sorter i odlingen (Bozek 2012). I ett fyra år långt försök som utfördes i sydöstra Polen ville man ta reda på vilken slags pollineringsmetod, insektpollinering eller icke insektpollinering, som gav störst andel fruktsättning, störst frukt

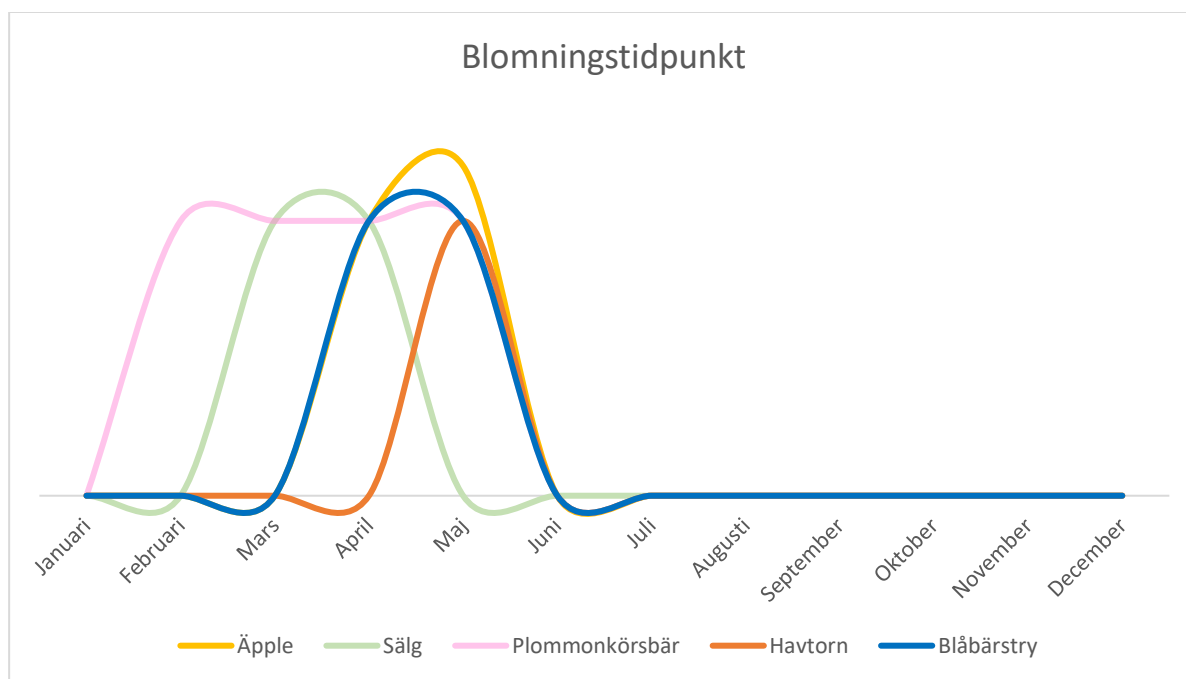
avsett i vikt samt flest antal kärnor i frukten. I försöket testades två sorters blåbärstry, *Lonicera caerulea* 'Atut' och *Lonicera caerulea* 'Duet'. Hälften av vardera sort isolerades så att insektpollinering inte kunde utföras. Alla fyra åren som försöket pågick var fruktsättningen större hos de plantor som pollinerades av insekter än de plantor som helt var isolerade från pollinerande insekter. Också fruktvikten och antalet kärnor i bäret var varje år högre hos de plantor som pollinerats med insekter. I rapporten skriver Bozek (2012) att de främsta pollinatörerna till blåbärstryet i Polen är solitärbin, honungsbin och humlor. I ett forskningsförsök som genomfördes i Kanada år 2014 såg man att vilda pollinerande humlor utför en effektivare pollinering av blåbärstry än inköpta honungsbin (Frier, Somers & Sheffield 2016). Humlorna besökte flest antal blommor per tidsintervall och flög också konsekvent mellan just blåbärstryblommorna. Jämfört med honungsbina var humlorna också aktiva vid lägre temperaturer och detta gav förutsättningen för en effektiv pollinering. Författarna poängterar att det är drottningarna i humlesamhällena som är utmärkande bra pollinatörer för blåbärstry och att detta kräver att humlesamhället är starkt tidigt på våren och att det där finns en stor andel drottningar (Frier, Somers & Sheffield 2016).

### 3.6 Hur gynnar odlingssystemet AI de aktuella vilda pollinatörerna?

#### 3.6.1 Blomning

För att få de vilda pollinerande bina att trivas i odlingen bör växter som tillhandahåller nektar och pollen under stora delar av året finnas i odlingen (Linkowski, Cederberg & Nilsson 2004). Humlesamhällen övervintrar i marken och på våren då den övervintrade och befruktade humledrottningen vaknar krävs att hon hittar föda och boplats. Humlor är generalister vad gäller föda och tidig vår består födan ofta av växtslagen sälg (*Salix caprea*) och viden (*Salix*) som blommar tidigt på våren (Linkowski, Cederberg & Nilsson 2004). Sälgen finns med i odlingssystemet AI och utgör därför en viktig resurs för de tidigt flygande humlorna vars energiförråd byggs upp, detta möjliggör även att humlekolonin snabbt kan växa på våren (Pettersson, Cederberg & Nilsson 2004). Även för svartfläders pollinering som främst utförs av blomflugor är sälgens tidiga blomning med nektar och pollen viktig (Jordbruksverket 2017). Sälgens pollen är protein- och energirikt och är en högkvalitativ föda för pollinatörerna (Jordbruksverket 2009b).

Havtorn är en bra nektarväxter för de naturligt förekommande bina (Linkowski, Cederberg & Nilsson 2004). Också plommonkörsbärens och äpplenas blommor tillhandahåller nektar och pollen (Crawford 2010). Totalt finns 5 växtslag i odlingssystemet SITES som tillhandahåller nektar och pollen under stora delar av året, se Figur 5. Denna långa succession av blomning gynnar de vilda bina (Jensen 2011; Mallinger, Gibbs & Gratton 2016).



Figur 5: Schematisk figur för blomningstidpunkten för nektar- och pollenväxterna som finns i äpple- och häckraderna i odlingssystemet Agroekologisk Intensifiering.

Pollineringen av svartfläder, utförd av blomflugor, gynnas också av ett odlingssystem som förser med nektar och pollen under en stor period av året (Länsstyrelsen Västra Götaland 2006). I ett forskningsförsök som genomfördes i södra England ville man ta reda på om det fanns något sammanhang mellan landskapets utformning och humledrottningens chanser till överlevnad mellan säsongerna (Carvell et al. 2017). I försöket tittade de på tre humlearter (*Bombus pascuorum*, *Bombus lucorum*, *Bombus terrestris*). Alla tre arterna är vilda pollinatörer till äpple (Linkowski, Cederberg & Nilsson 2004). I försöket såg forskarna att där humledrottningarna inom en radie av 250 meter, 500 meter och 1000 meter hade tillgång till semi-naturlig växtlighet, i form av till exempel blommande träd och häckväxter, fanns en positiv relation mellan humledrottningarnas överlevnad och avståndet som boet hade till tidig nektar och pollen (Carvell et al. 2017).

### 3.6.2 Boplats

Murarbin lever solitärt och varje hona anlägger egna bon i bland annat larvgångar i död ved och ihåliga växtstänglar (Cederberg 2015). Fläder har en porös märg och denna porositet ger murarbin en boplats (Nilsson 2014). De perenna växtslagen i häckraden tillhandahåller död ved som enligt Morandin & Kremen (2013) nyttjas som boplats av naturligt förekommande bin. Humledrottningar har ofta sina bon under marken eller precis ovan markytan i växtrester (Benton 2006). Samtidigt är vissa arter som *Bombus pratorum* inte kräsna vid val av boplats och kan ha sina bon i större växthögar, buskar och häckrader. De kan alltså bosätta sig i odlingssystemet. *Bombus lucorum* L. har ofta sina bon i redan befintliga gångar under marken som skapats av andra djur (ibid.).

### 3.6.3 Förbättrat mikroklimat

Faktorer som hindrar och försvårar binas aktivitet och flygning är olika väderförhållanden. Vid temperaturer under 10° C minskar generellt alla insekters aktivitet och honungsbin påverkas mer negativt än vildbin och humlor av kyla (Jackson 2003). Enligt Crawford (2010) kan temperaturen på läsidan av en häckrad öka med 3° C. Blåst över 7–9 meter per sekund (m/s) försvårar binas flygning och vid regn minskar många insekters blomvisiter, dock så kan humlan fortsätta sin flygning och pollinering (Jackson 2003). Enligt Crawford (2010) minskar också vinden mellan raderna vid avstånd upp till 15 meter om häckraderna är minst 2 meter höga. Detta är häckraderna i odlingssystemet AI vid full storlek.

### 3.6.4 Häckradens kvalitet

Odlingssystemet AI gynnar de vilda bina då häckraderna har en solid struktur. Utifrån de regler Garratt et al. (2017) sätter som kriterier av häckrader av hög och låg kvalitet kan testodlingen AI, då plantorna är vid full storlek, argumenteras ligga inom ramen för häckrader av hög kvalitet. I häckraderna finns fler än tre vedartade växtarter, dessa är tätt planterade och det största plantavståndet är 1 meter brett. Planthöjden varierar då både buskar och träd finns med i raderna men de är placerade i tre individuella rader och löper parallellt efter varandra. Detta betyder att höjden varierar i en genomskärning av häckraderna men inte längst med raderna. Enligt Cranmer et al. (2012) gynnar rörelsemönstret, att röra sig utmed häckraderna,



humlorna. I försöken som Garratt et al. (2017) utförde var det dubbelt så många humlor i de häckrader av hög kvalitet än de som var av låg.

### 3.7 Hur missgynnar odlingssystemet AI de aktuella vilda pollinatörerna?

#### 3.7.1 Blomning och växtval

Den totala blomningstiden som odlingssystemets äppleträd och häckväxter tillhandahåller avtar vid juni månad. En blomningsperiod som sträcker sig över en lång tidsaxel gynnar humlorna och ger dem möjlighet till att bygga ett starkt samhälle (Pettersson, Cederberg & Nilsson 2004). Detta innebär att pollinatörerna letar föda på annan plats och eventuellt försvinner från odlingssystemet (Linkowski, Cederberg & Nilsson 2004). När på året humlehonor gör sig redo inför vinter beror på hur säsongen varit samt vilken humleart hon tillhör (Benton 2006). Förberedelsen består av parning och av fortsatt insamling av pollen så att övervintringen lyckas. En del arters unga honor går in i sitt vinternäste redan i juli och andra inte förens i oktober. Det är alltså viktigt att det finns tillgänglig pollen under en så stor period av året som möjligt (ibid.). För att svartfläders pollinering av blomflugor ska gynnas bör lämpliga nektar- och pollenväxter finnas i odlingssystemet, såsom kornell (*Cornus*), hassel (*Corylus avellana*) och slån (*Prunus spinosa*) (Länsstyrelsen Västra Götaland 2006). Dessa växtslag finns inte i odlingssystemet.

För att uppnå en stor variation av vilda pollinerande insekter i odlingen bör odlaren ha flera olika typer av blommor i sin odling, detta för att tillgodose de olika insekternas behov av bloutformning för att få tag på pollenet och nektarn (Pettersson, Cederberg & Nilsson 2004). Blommor som lockar olika arter av vildbin och som är anpassade till deras pollinering karakteriseras av att de har stark färg i färgerna blått, purpur och gult, att de har en tydlig doft och att blommans form är zygomorf (Widén & Widén 2008). Dessa inbjudande blommor finns bland annat inom växtfamiljerna ärtväxter (Fabaceae), kransblommiga växter (Lamiaceae) och orkidéväxter (Orchidaceae) (Widén & Widén 2008). Blommor ur dessa växtfamiljer representeras inte i testodlingen AI och födointaget för vissa vildbin begränsas därför.

### 3.7.2 Boplatser

För vilda pollinerande insekter finns många boplatser. Morandin & Kremen (2013) kvantifierade i sin forskning de naturligt förekommande och pollinerande binas habitat genom att mäta antal procent per 1–2 m<sup>2</sup> av död ved, ihåliga stammar, bar mark, sprucken samt hårdpackad mark och lutning i landskapet. Platsen för testodlingen av odlingssystemet AI är på en plan markyta och har varken bar, sprucken eller hårt packat mark. De flesta solitärbin har bon i marken som de gräver gångar till (Jordbruksverket 2016). Som återberättas av Linkowski, Cederberg & Nilsson (2004) bör marken för att vara lämplig som boplatser för vilda bin vara torr, hårt packad och inte för bevuxen för att solitärbin ska gräva sina boplatser där. En del arter av murarbin har bon i marken eller under stenar (Cederberg 2015).

## 4. Diskussion

Jag anser att min frågeställning ”Kan odlingssystem med skogsjordbruk i Sverige ge en ekologiskt hållbar vinst i odlingen i form av ökad närvaro av vilda pollinatörer?” besvaras i detta arbete. Resultatet visar att häckar bryter av det monotona odlingslandskapet och har en positiv inverkan för de vilda pollinerande insekterna. Föda under en lång period av året och skydd är några av de fördelar som häckrader bidrar med och både antalet och mångfalden av vilda pollinerande bin ökar invid en perenn häckrad (Morandin & Kremen 2013). Alla källor utgår inte från svenskt klimat vilket kan påverka utfallet av resultatet då förutsättningarna inte direkt kan omsättas i svensk odling. Jag anser dock att källorna är relevanta i detta arbete och att deras resultat tillsammans med de studier som är utförda i tempererade områden ger grund för att påstå att alléodlingssystem har en framtid i svensk odling för att höja biodiversiteten i form av vilda pollinatörer.

Alléodlingssystemet AI i SAFE tillhandahåller nektar och pollen under lång period vilket gynnar vilda pollinerande insekter (Jensen 2011; Mallinger, Gibbs & Gratton 2016). Den totala blomningsperioden med goda nektar- och pollenväxter som finns i odlingssystemet AI, sträcker sig från februari till juni. Sälgens tidiga blomning gynnar pollinatörerna tidigt på våren och ger dem en större chans till överlevnad (Carvell et al. 2017; Linkowski, Cederberg & Nilsson 2004; Jordbruksverket 2017). Gällande tidpunkten för blomning av plommonkörsbär presenterar jag ett väldigt långt fönster. Detta beror på att jag hittat olika

uppgifter från olika källor. Beroende på när blomningen faktiskt sker i odlingssystemet AI i SAFE påverkas tillgängligheten av nektar och pollen i odlingssystemet tidig vår. Är blomningstidpunkten i februari till mars, som Crawford (2010) presenterar, tillhandahåller systemet väldigt tidig nektar och pollen till de vilda pollinerande insekterna. Om blomningen sker i april till maj innebär detta att insekterna får tillgång till nektar och pollen först i mars, då sälgen blommar. I det totala fönstret för systemets blomning har jag valt att inte räkna med blomningen av svartfläder då den inte beskrivs som en god nektar- och pollenväxt av Crawford (2010). Eventuellt att den trots detta kan tillhandahålla pollen under juni och juli till de vilda bina då den uppskattas av honungsbin (Allt om bin). Havtorn har i odlingssystemet SITES ett plantavstånd på 0,5 meter och radavstånd till trädraden på 0,2 meter. Havtorn är känsliga för både skugga och konkurrerande växter och rekommenderas därför att ha plantavstånd 1–1,5 meter och radavstånd 4–6 meter (Jensen 2009). Att plant- och radavståndet är mycket mindre än rekommenderat kan påverka dem negativt i etablering och tillväxt. Vidare kan detta också försämra blomningen och därigenom inte tillhandahålla nektar och pollen till de vilda pollinatörerna. Häckoxel har jag haft svårt att hitta relevant fakta kring och kulturen berörs därför inte så mycket i mitt arbete. Eventuellt att dess blomning skulle påverka de naturligt förekommande pollinatörerna positivt med pollen och nektar eller bidra med att göra den totala blomningsperioden i systemet längre men detta är inte fastställt. Systemet innefattar inga buskar eller träd tillhörande växtfamiljerna ärtväxter, orkidéväxter och kransblommiga växter som enligt Widén & Widén (2008) är viktiga nektarväxter då deras blomställning lockar vilda bin. De flesta växter som finns i häck- och trädraderna beskrivs dock vara goda nektar- och pollenväxter åt de naturligt förekommande pollinatörerna. Odlingssystemet AI anser jag har lämpliga växtslag med en lång total blomningsperiod dock avslutas den alldeles för tidigt på säsongen. Växterna som finns i systemet klarar alla det klimat som finns på forskningsstationen Lönnstorp. Om systemet ska återges på en annan plats i Sverige kan vissa av växtslagen behöva bytas ut för att klara av det lokala klimatet och detta kan påverka den totala blomningsperioden i systemet, mängden nektar och pollen samt möjligheter till boplats för de naturligt förekommande pollinatörerna som finns vid systemet.

För att försäkra att naturligt förekommande pollinatörerna ska finnas i odlingssystemet AI kan en lösning vara att sätta in fler växtarter vars blomning sker senare på säsongen. Växter som här kan vara intressanta då de uppskattas av vilda bin är brakved (*Frangula alnus*), björnbär (*Rubus subgen. rubus*) och nyponros (*Rosa dumalis*) (Linkowski, Cederberg & Nilsson 2004). Brakved är en mindre buske som kan bli upp till 5–6 meter hög och tillhandahåller nektar

under sin långa blomningstid, från juni till sen höst (Skogssällskapet). Björnbär är också en lämplig nektarväxt och blommar på sensommaren (Linkowski, Cederberg & Nilsson 2004). Kulturen har en porös märg och tillhandahåller boplatser till murarbin (Linkowski, Cederberg & Nilsson 2004). Nyponros blommar mellan juni och juli (Naturhistoriska riksmuseet 2000) och är en bra nektarväxt för de vilda bina (Linkowski, Cederberg & Nilsson 2004). Dessa växter kan alltså tillhandahålla systemet en längre blomningstid och stärka förutsättningarna för de vilda pollinatörerna i systemet.

För de pollinerande blomflugorna beskrivs bland annat slån (*Prunus spinosa*) som god nektar- och pollenväxt (Länsstyrelsen Västra Götaland 2006). Slån blommar tidig vår och är också uppskattad av tidiga vårflygande humledrottningar då de letar föda efter en lång vinter och snabbt måste ha energitillskott (Benton 2006). Jag tror inte att slånets frånvaro i odlingssystemet spelar större roll då systemet erbjuder tidig nektar från andra växtslag.

Häckens närvaro i en odling beskriver Garratt et al. (2017) ökar förekomsten av vilda humlor och bin, blomflugor samt honungsbin. Att en hög kvalitet av häckraden fördubblar antalet vilda humlor är viktigt att tänka på om syftet med häckraden är att höja antalet pollinerande insekter och att då också se till att skötsel av systemets växter sköts. De häckrader som finns i testodlingen AI i SAFE Lönnstorp anser jag kommer att vara av hög kvalitet vid full storlek enligt Garratt et al. (2017) satta standarder. I systemet finns fler än tre vedartade växter och strukturen är solid. De höjdskillnader som kommer finnas i häckraden kan strida emot de kriterier som en häckrad av hög kvalitet kräver. Enligt Cranmer et al. (2012) rör sig de vilda bina längst med en häckrad. Nivåskillnaderna i häckraderna i odlingssystemet AI finns i deras genomskärning och jag anser därför att de inte utgör några större hinder för de flygande insekterna. Vid eventuella bortfall av växter i häckraderna kan hålrummen fyllas med någon av ovanstående sent blommande växtslag. Genom en sådan åtgärd får odlingssystemet längre total blomningstid och kvarhåller hög kvalitet. Att stärka systemet med fler viktiga nektarväxter, om bortfall skulle ske, är viktigt. Detta för att inte effekten av försvinnandet av nektarväxter blir som Thomson (2016) såg, där humlor minskade i antal på platsen i samband med att deras viktiga nektarväxt försvann från platsen.

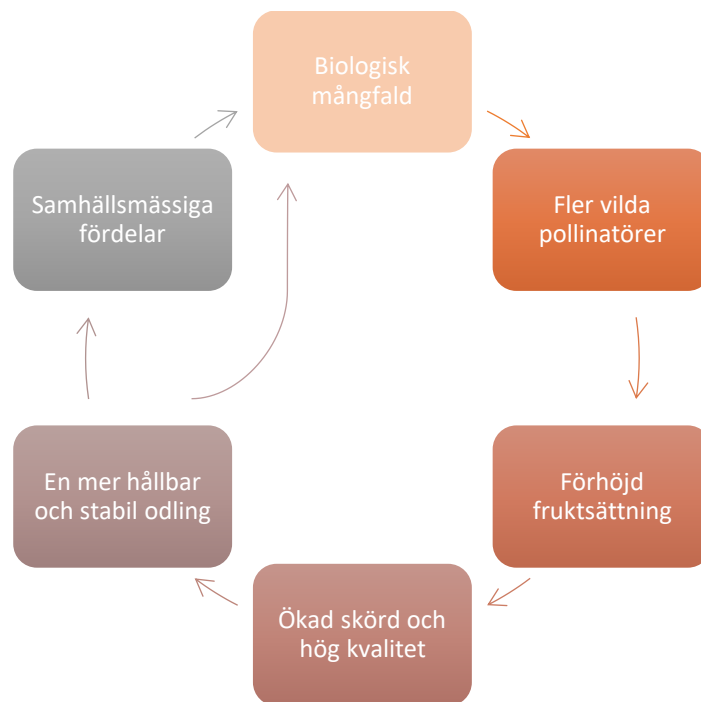
Forskningsförsök har visat att perenna häckrader tillhandahåller boplatser till vilda pollinerande insekterna i odlingslandskapet (Garratt et al. 2017; Morandin & Kremen 2013; Varah et al. 2013). I odlingssystemet AI kommer både död ved och ihåliga växtstängler att finnas

tillgängliga med tiden för de vilda bina och kan nyttjas som boplatser. Pollinerande humlor, tror jag, kan hitta habitat i systemet då dessa ofta är anpassningsbara vid val av boplatser (Benton 2006). *Bombus lucorum* L. har habitat under jorden i redan existerande gångar och det är svårt att svara på om detta kommer att finnas i systemet eller ej. En annan pollinerande humla är *Bombus pratorum* vars bon är i större växthögar, buskar och i häckrader (Benton 2006) vilket finns i odlingssystemet. Systemet kommer däremot inte att ha många tomma jordytor som lämpar sig som boplatser för många solitärbin. Detta, tillsammans med en blomningsperiod som avslutas redan i juni, anser jag är de största negativa faktorerna som finns i odlingssystemet AI i SAFE och motsäger att detta system är positivt och stärker pollinatörers närvaro i odlingssystemet.

Det är inte bara de pollinerande insekternas närvaro som stärks av integrerade häckrader i odlingssystem. Också olika predatorer gynnas av detta odlingssystem och deras närvaro och inverkan i systemet stärks (Burgio et al. 2004). Häckraderna tillhandahåller skydd och boplatser åt nyckelpigor särskilt på hösten då andra grödor, som tidigare under säsongen har givit samma funktion, skördas (Burgio et al. 2004). Gardiner & Dover (2008) såg i ett forskningsförsök i England att antalet hopprättingar (Orthoptera) var fler i läsidan av en häckrad än vad det var på den sidan som var utsatt för vind och yrkar på hur häckar påverkar mikroklimatet på en plats. Hopprättingar är ofta herbivorer, att de äter växter (Sandhall & Ander 1978), och är därför inte önskvärda i odlingssystem men deras närvaro utgör en del av den biologiska mångfalden i ett odlingssystem. Sälgens närvaro i odlingslandskapet fyller många fler funktioner än bara tidig nektar och pollen till vilda pollinerande insekter. Fler än 180 fjärilsarter har larvutveckling på säl och viden och över 75 arter av skalbaggar äter av sälgens blommor, knoppar och blad (Jordbruksverket 2009b). Då sälgen dör används den döda veden av många insektsarter och tillhandahåller plats åt bland annat lavar, mossor och fåglar och ger föda till skalbaggar (Jordbruksverket 2009b).

Utifrån den hierarkiska ordning som Gurr, Wratten & Luna (2003) presenterar gällande den biologiska mångfaldens inverkan på predatorer och skadedjur i odlingar vill jag presentera en liknande tankegång gällande biologisk mångfald och pollinatörer. Jag föreställer mig istället för en hierarkisk ordning ett cirkulärt flöde i odlingar där start och slut är biologisk mångfald, se Figur 6. En större biologisk mångfald i odlingen ger fler vilda pollinerande insekter både i antal och i diversitet. Med en större mängd pollinatörer i odlingen förhöjer också fruktsättningen vilken leder till en större skörd och högre kvalitet. Den ökade produktionen

ger en mer stabil och hållbar odling och detta ger flera samhällsmässiga fördelar, både gällande säkrad matproduktion och social säkerhet med hänsyn till jobb. Den mer hållbara odlingen och de samhällsmässiga fördelarna ger mer resurser till satsningar för att stärka den biologiska mångfalden och cirkeln är därmed sluten. Enligt detta resonemang berör och påverkar den biologiska mångfalden alla nivåer i samhället.



Figur 6: En cirkulär bild av hur biologisk mångfald påverkar vilda pollinatörer i odling och sedan inverkar på många nivåer i samhället. Baserad på den hierarkiska ordning Gurr, Wratten & Luna (2003) presenterar för biologisk mångfald och dess påverkan på predatorer och skadedjur i odling.

I arbetet har jag väldigt kort berört de pollinerande insekternas rörelsemönster och förutsättningar för fortplantning. Detta ser jag som ämnen som vidare arbete kan undersöka för att få mer belägg för hur integrerade träd- och häckrader gynnar/missgynnar de naturligt förekommande pollinatörerna. Steffan-Dewenter & Tscharntke (2000) tydliggör att de ser en bevarandestrategi med huvudfokus på att stärka upp de vilda binas boplats som en del av lösningen för att gynna deras närvaro i odlingen. Jag föreslår också en bevarandestrategi för att se vart fortplantning mellan humlor sker då det finns lite kunskap inom detta området enligt Benton (2006).

## 4.1 Slutsats

Monotona landskap och odlingar gynnar inte naturligt förekommande pollinerande insekter då deras närvaro i en odling har ett starkt samband med närheten till deras naturliga habitat.

Alléodlingssystem kan positivt påverka de vilda pollinatörerna då de tillhandahåller nektar och pollen under stora delar av året samt ge boplats till de vilda pollinerande insekterna. Både antal och diversiteten av pollinerande insekters närvaro stärks. Växtvalet i häckrader anser jag därför bör väljas med hänsyn till att tillhandahålla nektar och pollen hela säsongen samt att de håller hög kvalitet då detta gynnar de vilda pollinatörerna.

Odlingssystemet AI förser de vilda pollinerande insekterna med nektar och pollen under en lång succession samt boplats. Blomningsperioden i testodlingen AI tar dock slut efter juni månad och bör därför kompletteras med växtslag som har en senare blomningstidpunkt, till exempel brakved, björnbär och nyponros. Testodlingen AI har inga tomma markytor vilket nyttjas av solitärbin som habitat och är tillsammans med den avtagande blomningen i juni de största nackdelarna i systemet. Trots dessa brister anser jag att testodlingen AI gynnar vilda pollinerande insekter och ökar deras närvaro i odlingen jämfört med ett monotont odlingslandskap. Med integrerade häckrader i odlingen gynnas dessutom andra insekter och riken. Odlingssystem som AI, skogsjordbrukssystem, ökar därmed den biologiska mångfalden i odlingen och vi får ut en ekologiskt hållbar vinst.

## Referenslista

- Abrol, D. (2015). *Pollination Biology, Vol.1 Pests and pollinators of fruit crops* (1st ed. 2015. ed.). Springer Link. Kapitel 4.
- Aizen, M. & Harder, L. (2009). *The Global Stock of Domesticated Honey Bees Is Growing Slower Than Agricultural Demand for Pollination*. *Current Biology*, 19(11), ss.915–918.
- Allt om biodling. *Fläder*. <https://alltombiodling.se/bivaxter/flader/> [2017-12-06].
- Artfakta. (2015). *Hippophaë rhamnoides – Havtorn*.  
<https://artfakta.artdatabanken.se/taxon/221206> [2017-11-09].
- Benton, T. (2006). *Bumblebees: the natural history & identification of the species found in Britain*, London: Collins.
- Bozek, M. (2012). *The Effect of Pollinating Insects on Fruiting of Two Cultivars of Lonicera caerulea L.* *Journal of Apicultural Science*, 56(2), ss.5–11.
- Burgio, G. Ferrari, R. Pozzati, M. & Boriani, L. (2004). *The role of ecological compensation areas on predator populations: an analysis on biodiversity and phenology of Coccinellidae (Coleoptera) on non-crop plants within hedgerows in Northern Italy*. *Bulletin of Insectology*, 57(1), ss.1–10.
- Carvell, C. Bourke, A. Dreier, S. Freeman, S. Hulmes, S. Jordan, W. Redhead, J. Sumner, S. Wang, J. & Heard, M. (2017). *Bumblebee Family Lineage Survival Is Enhanced in High-quality Landscapes*. *Nature* 543, no. 7646 ss. 547-549.
- Cederberg, B. (2015). *Släkte – Osmia Murarbin*.  
<https://artfakta.artdatabanken.se/taxon/1005533> [2017-11-24].
- Cranmer, L. McCollin, D. & Ollerton, J. (2012). *Landscape structure influences pollinator movements and directly affects plant reproductive success*. *Oikos*, 121(4), ss.562–568.
- Crawford, M. (2010). *Creating a forest garden – working with nature to grow edible crops*. Cambridge: Green books Ltd.
- E-planta. *Prunus cerasifera* f. *Cecilia E – Körsbärsplommon E*.  
<http://www.eplanta.com/Index.asp?pagenr=163&group=3> [2017-11-24].
- Europiska kommissionen (EU) genomförandeförordning (EG) nr 485/2013 av den 24 maj 2013. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/TXT/?uri=CELEX:32013R0485&qid=1456143092159> [2017-12-28].
- Fefelov, V. & Selekhev, V. (2003). *Biology of flowering, pollination and fertilization in seabuckthorn*. I Singh, V. (red.). *Seabuckthorn (Hippophae L.): a Multipurpose Wonder*



- Plant. Vol. 1, Botany, Harvesting and Processing Technologies*. New Delhi: Indus Pub. Co. ss. 99-104.
- FN (Förenta Nationerna). (1987). *Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future*. <http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf> [2017-11-08]. Kapitel IV. Conclusion - 1.
- Free, J.B. (1993). *Insect pollination of crops*. 2. Uppl., London: Academic Press.
- Frier, D. Somers, C. & Sheffield, C. (2016). *Comparing the performance of native and managed pollinators of Haskap (Lonicera caerulea: Caprifoliaceae), an emerging fruit crop*. Agriculture, Ecosystems and Environment, 219, ss.42–48.
- Gardiner, T. & Dover, J. (2008). *Is microclimate important for Orthoptera in open landscapes?* Journal of Insect Conservation, 12(6), ss.705–709.
- Garibaldi, L. Steffan-Dewenter, I. Kremen, C. Morales, J. Bommarco, R. Cunningham, S. Carvalheiro, L. Chacoff, N. P. Dudenhöffer, J. Greenleaf, S. Holzschuh, A. Isaacs, R. Krewenka, K. Mandelik, Y. Mayfield, M. Morandin, L. Potts, S. Ricketts, T. Szentgyörgyi, H. Viana, B. Westphal, C. Winfree, R. & Klein, A. (2011). *Stability of pollination services decreases with isolation from natural areas despite honey bees visits*. Ecology letters. Blackwell Publishing. 14, ss. 1062-1072.
- Garratt, M. Senapathi, D. Coston, D. Mortimer, S. & Potts, S. (2017). *The benefits of hedgerows for pollinators and natural enemies depends on hedge quality and landscape context*. Agriculture, Ecosystems and Environment, 247, ss. 363-370.
- Gaston, K.J. & Spicer, J.I. (2004). *Biodiversity: an introduction* 2. ed., Oxford: Blackwell.
- GBIF (Global Biodiversity Information Facility). (2015). *Sorbus mougeotii* Soy.-Will. & Godr. <https://www.gbif.org/species/113653958> [2017-11-28].
- Goras, G. Tananaki, C. Dimou, M. Tscheulin, T. Petanidou, T. & Thrasyvoulou, A. (2016). *Impact of honeybee (Apis mellifera L.) density on wild bee foraging behaviour*. Journal of Apicultural Science, 60(1), ss. 49-62.
- Gurr, G. Wratten, S. & Luna, J. (2003). *Multi-function agricultural biodiversity: pest management and other benefits*. Basic and Applied Ecology, 4(2), ss.107–116.
- Hadley, A.S. & Betts, M.G. (2012). *The effects of landscape fragmentation on pollination dynamics: absence of evidence not evidence of absence*. Biological Reviews, 87(3), ss.526–544.
- Herbertsson, L. Lindström, S. Rundlöf, M. Bommarco, R. & Smith, H. (2016). *Competition between managed honeybees and wild bumblebees depends on landscape context*. Basic

- and Applied Ecology, 17(7), ss. 609-616.
- Jackson, J. E. (2003). *Biology of Apples and Pears*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Jarvis, P.J. (2000). *Ecological principles and environmental issues*. Harlow: Prentice Hall.
- Jensen, K. (2009). *Ekologisk odling av havtorn*. Jönköping: Jordbruksverket.  
<https://www.jordbruksverket.se/download/18.595401461210ae2d5898000679/Havtorn+A4%5B1%5D.pdf> [2017-11-28].
- Jensen, K. (2011). *Nyttodjur i odlingen – En kort beskrivning av de viktigaste grupperna av naturliga nyttodjur i Sverige*. (Rapport 2011:19). Västra Götaland: Länsstyrelsen i Västra Götalands län.  
<http://www.lansstyrelsen.se/vastragotaland/SiteCollectionDocuments/Sv/publikationer/2011/2011-19.pdf> [2017-12-11].
- Jordbruksverket. (2009a). *Massdöd av bin – samhällsekonomiska konsekvenser och möjliga åtgärder*. (Rapport 2009:24). Jönköping: Jordbruksverket.  
[http://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf\\_rapporter/ra09\\_24.pdf](http://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_rapporter/ra09_24.pdf) [2017-11-10].
- Jordbruksverket. (2009b). *Sälgen behövs*. Jönköping: Jordbruksverket.  
[http://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf\\_jo/jo09\\_3.pdf](http://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_jo/jo09_3.pdf) [2017-11-27].
- Jordbruksverket. (2016). *Gynna nyttodjuren*.  
[http://www2.jordbruksverket.se/download/18.8e04a5f15891f622e3524dc/1479987224641/ovr324\\_5.pdf](http://www2.jordbruksverket.se/download/18.8e04a5f15891f622e3524dc/1479987224641/ovr324_5.pdf) [2017-12-11].
- Jordbruksverket. (2017). *Blomflugor*.  
<http://www.jordbruksverket.se/amnesomraden/miljoklimat/ettriktodlingslandskap/mangfaldpaslatten/nyttodjur/blomflugor.4.373db8e013d4008b3a180002743.html> [2017-11-21].
- KTH (Kungliga Tekniska Högskolan). (2015). *Ekologisk hållbarhet*.  
<https://www.kth.se/om/miljo-hallbar-utveckling/utbildning-miljo-hallbar-utveckling/verktygslada/sustainable-development/ekologisk-hallbarhet-1.432074> [2017-11-08]
- Linkowski, W. Cederberg, B. & Nilsson, L.A. (2004). *Vildbin och fragmentering – Kunskapssammanställning om situationen för de viktigaste pollinatörerna i det svenska jordbrukslandskapet*. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet.  
<https://www.jordbruksverket.se/download/18.51c5369e120aee363f080002059/1370040757098/vildbin+fragmentering.pdf> [2017-11-07].

- Länsstyrelsen Västra Götaland. (2006). *Ekologisk odling av fläder*.  
<http://www.lansstyrelsen.se/VastraGotaland/SiteCollectionDocuments/Sv/lantbruk-och-landsbygd/radgivning-kurser/ekologiskt-lantbruk/Flader.pdf> [2017-11-13].
- Mallinger, R.E. Gibbs, J. & Gratton, C. (2016). *Diverse landscapes have a higher abundance and species richness of spring wild bees by providing complementary floral resources over bees' foraging periods*. *Landscape Ecology*, 31(7), ss.1523–1535.
- Mallinger, R.E. & Gratton, C. (2015). *Species richness of wild bees, but not the use of managed honeybees, increases fruit set of a pollinator-dependent crop*. *Journal of Applied Ecology*, 52(2), ss.323–330.
- Mangla, Y. & Tandon, R. (2014). *Pollination ecology of Himalayan sea buckthorn, Hippophae rhamnoides L. (Elaeagnaceae)*. *Current Science*, 106(12), ss.1731–1735.
- Millennium Ecosystem Assessment. (2005). *Ecosystems and human well-being, synthesis*. Washington, DC: Island Press.  
<https://www.millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx.pdf> [2017-11-08].
- Morandin, L.A. & Kremen, C. (2013). *Hedgerow restoration promotes pollinator populations and exports native bees to adjacent fields*. *Ecological Applications*, 23(4), ss.829–839.
- Naturhistoriska riksmuseet. (2000). *Nyponros – Rosa dumalis Bechst.*  
<http://linnaeus.nrm.se/flora/di/rosa/rosa/rosadum.html> [2017-12-06].
- Naturhistoriska riksmuseet. (2008). *Fläder - Sambucus nigra L.*  
<http://linnaeus.nrm.se/flora/di/caprifolia/sambu/sambnig.html> [2017-11-27].
- Nerlich, K. Graeff-Hönninger, S. & Claupein, W. (2013). *Agroforestry in Europe: a review of the disappearance of traditional systems and development of modern agroforestry practices, with emphasis on experiences in Germany*. *Agroforestry Systems*, 87(2), ss.475–492.
- Nilsson, E. (2014). *Vildbina behöver hjälp! Naturinformation*.  
<https://goteborg.se/wps/wcm/connect/d5227a8a-91a4-4aed-bf0d-f251e846f6af/Vildbina+behöver+hjälp.pdf?MOD=AJPERES> [2017-11-24].
- Pettersson, M. Cederberg, B. & Nilsson, L.A. (2004). *Grödor och vildbin i Sverige*. Uppsala: Sveriges Lantbruksuniversitet och Uppsala Universitet.
- Ricketts, T. Regetz, J. Steffan-Dewenter, I. Cunningham, S. Kremen, C. Bogdanski, A. Gemmill-Herren, B. Greenleaf, S. Klein, A-M. Mayfield, M. Morandin, L. Ochieng, A. & Viana, B. (2008). *Landscape Effects on Crop Pollination Services: Are There*

- General Patterns*. Ecology Letters 11(5) ss. 499-515.
- Rigueiro-Rodríguez, A. McAdam, J. & Mosquera-Losada, M.R. (2009). *Agroforestry in Europe: current status and future prospects*. New York: Springer.
- Rundlöf, M. Andersson, G. Bommarco, R. Fries, I. Hederström, V. Herbertsson, L. Jonsson, O. Klatt, B. Pedersen, T. Yourstone, J. & Smith, H. (2015). *Seed Coating with a Neonicotinoid Insecticide Negatively Affects Wild Bees*. Nature 521, no. 7550, ss.77-80.
- Sandhall, Å. & Ander, K. (1978). *Gräshoppor, syrsor och deras släktingar*. Västerås: ICA Bokförlag.
- Skogssällskapet. *Brakved – Fragnula alnus*.  
[https://www.skogeniskolan.se/sites/skogeniskolan.se/files/files/pages/brakved\\_fragnula\\_alnus.pdf](https://www.skogeniskolan.se/sites/skogeniskolan.se/files/files/pages/brakved_fragnula_alnus.pdf) [2017-12-06].
- SLU (Sveriges Lantbruksuniversitet). (2016). *SLU lanserar nätverk för skogsjordbruk*.  
<https://www.slu.se/ew-nyheter/2016/11/slu-lanserar-natverk-for-skogsjordbruk/> [2017-11-24].
- Steffen, W. Richardson, K. Rockström, J. Cornell, S, E. Fetzer, I. Bennett, E, M. Biggs, R. Carpenter, S, R. De Vries, W. De Wit, C, A. Folke, C. Gerten, D. Heinke, J. Mace, G, M. Persson, L, M. Ramanathan, V. Meyers, B. & Sörlin, S. (2015). *Sustainability. Planetary boundaries: guiding human development on a changing planet*. Science (New York, N.Y.), 347(6223)
- Steffan-Dewenter, I. & Tschardtke, T. (2000). *Resource overlap and possible competition between honey bees and wild bees in central Europe*. Oecologia, 122(2), ss. 288–296.
- Steffan-Dewenter, I. Münzenberg, U. Bürger, C. Thies, C. & Tschardtke, T. (2002). *Scale-dependent effects of landscape context on three pollinator guilds*. Göttingen: University of Göttingen. 82(5), ss.1421-1432.
- Svenska FN-förbundet. (2012). *FN & hållbar utveckling, Rio+20 - Hållbar utveckling*.  
<https://archive.is/20151209065652/http://www.fn.se/hallbarutveckling#selection-421.0-421.18> [2017-11-08].
- Tahir, I. (2014). *Fruktodling och efterskördshandling*. Växjö: Visionmedia Syd.  
<http://www2.jordbruksverket.se/download/18.ac526c214a28250ac22dd94/1418032170638/ovr331.pdf> [2017-11-13].
- Thomson, D.M. (2016). *Local bumble bee decline linked to recovery of honey bees, drought effects on floral resources*. Ecology Letters, 19(10), ss.1247–1255.
- Varah, A. Jones, H. Smith, J. & Potts, S.G. (2013). *Enhanced biodiversity and pollination in UK agroforestry systems*. Journal of the Science of Food and Agriculture, 93(9),

ss.2073–2075.

Widén, M. & Widén, B. (2008). *Botanik: systematik, evolution, mångfald*. 1. uppl., Lund: Studentlitteratur.